المجال التعلمي رقم (01): التخصص الوظيفي للبروتينات

الوحدة التعلمية الخامسة دور البروتينات في الاتصال العصبي

النشاط 4: كمـــون العمل

1- كمون عمل الغشاء قبل المشبكي: (لاحظ الوثيقة (1) ص142) :

تحتوي الوثيقة (1) على ثلاثة أشكال (أ) وَ (ب) وَ (جـ) حيث :

الشكل (أ) : رسم تخطيطي للتركيب التجريبي الذي يسمح بالتسجيلات الكهربائية في الليف العصبي

الشكل (ب) : المنحنى المسجل على شاشة الجهاز في الشكل (أ) .

الشكل (جـ) : منحنيات تغيرات الكمون الغشائي و ناقلية Na^+ وَ K^+ نتيجة تنبيه فعّال لليف العصبي .

1. تسمية الأجزاء الملاحظة في التسجيل (ب) :
   - (0 - 1.5) ميلي فولط : كمون الراحة .
   - (1.5 - 6) ميلي فولط : منحنى كمون عمل أحادي الطور
   - (1) تمثل لحظة التنبيه .
   - من (1) إلى (2) زوال الاستقطاب
   - من (2) إلى (3) عودة الاستقطاب
   - من (3) إلى (5) فرط في الاستقطاب
2. التحليل المقارن لمنحنيات التسجيل (جـ) :

   هناك ارتباط بين ظهور كمون العمل و حركة الشوارد عبر الغشاء ، حيث أنّ :
   - زوال الاستقطاب يعود لدخول معتبر لشوارد الصوديوم (من (1) إلى (2))
   - أمّا عودة الاستقطاب فيعود أساسًا لتدفق خارجي للبوتاسيوم .
3. التغيرات الشاردية الملاحظة أثناء تسجيل الشكل (جـ) تعود إلى تدخل نوعين من القنوات المرتبطة بالفولطية أثناء كمون العمل ، الأولى خاصة بشوارد الصوديوم و الثانية خاصة بشوارد البوتاسيوم .

مناقشة الوثيقة (2) ص 143 :

1. العلاقة بين القنوات الفولطية و الأجزاء (1 وَ 2) ، (2 وَ 3) ، (3 وَ 4) :
   - الجزء (1 وَ 2): دخول سريع و هام لشوارد الصوديوم نتيجة انتفاخ القنوات المرتبطة بالفولطية للصوديوم ، ودخول هذه الشوارد إلى داخل الخلية يؤدي إلى **زوال الاستقطاب** .
   - الجزء (2 وَ 3): الخروج البطيء لـ K^+ نتيجة انفتاح القنوات المتعلقة بالفولطية للبوتاسيوم و استمرار خروجه يتسبب في **عودة الاستقطاب** ، وتنغلق القنوات الفولطية للصوديوم .
2. الجزء (3 وَ 4): استمرار خروج شوارد البوتاسيوم K^+ إلى الخارج تأخر انغلاق القنوات المرتبطة بالفولطية للبوتاسيوم و استمرار خروجه يتسبب في **فرط في الاستقطاب** .
3. عودة استقرار كمون الراحة في (5) ، أي العودة إلى كمون الراحة يعود إلى تدخل مضخة K^+/Na^+ حيث تنغلق قناتي Na^+ وَ K^+ الفولطية و يعود استقطاب الليف العصبي حيث تتدخل مضخة K^+/Na^+ لإرجاع التوزع غير المتساوي لهذه الشوارد على جانبي الغشاء الهيولي إلى حالته الطبيعية

نتيجة :

- يؤدي تنبيه العصبون قبل المشبكي إلى تغيرات الكمون الغشائي مصدر كمون العمل .
- تتمثل تغيرات الكمون الغشائي الناتج عن التنبيه في :

✓ زوال استقطاب سريع للغشاء مرتبط بتدفق داخلي لـ Na^+ نتيجة انفتاح قنوات Na^+ المرتبطة بالفولطية .

✓ عودة الاستقطاب ناتجة عن تدفق خارجي لـ K^+ نتيجة انفتاح قنوات K^+ المرتبطة بالفولطية .

✓ تؤمن مضخة الصوديوم و البوتاسيوم المستهلكة لـ ATP عودة التراكيز الأيونية للحالة الأصلية (العودة إلى كمون الراحة) .

2- انتشار كمون العمل قبل المشبكي : (لاحظ الوثيقة (3) وَ (4) ص149) :

1. تحليل نتائج التسجيلات في الوثيقة (3) :

✓ عند استعمال (ش1) وَ (ش2) لم تكن هناك استجابة لأنّ الشدة لم تبلغ العتبة .

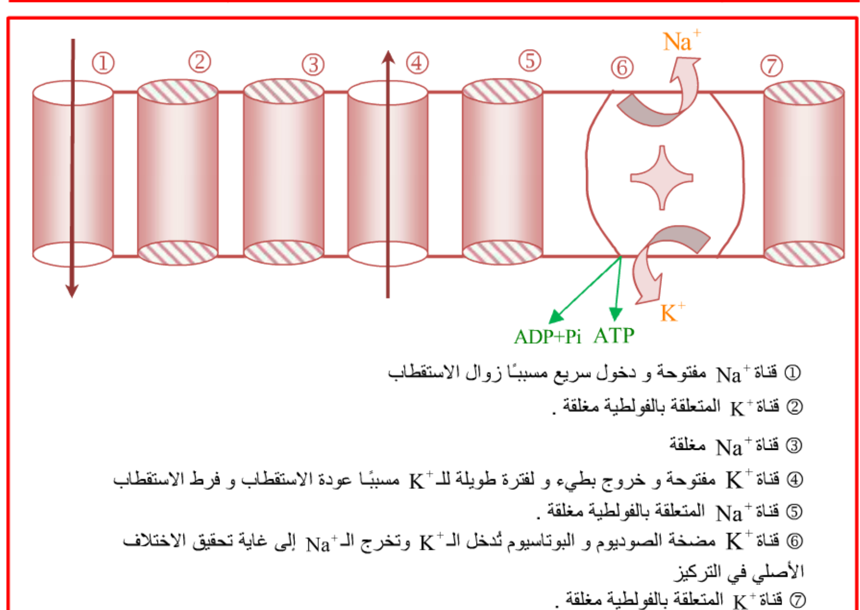
✓ أمّا عند الشدات (ش3) وَ (ش4) فيستجيب الليف العصبي باستجابات متماثلة السعة (سعة أعظمية) رغم أنّ الشدات متزايدة .

أي أنّ الليف العصبي يستجيب بسعة أعظمية أو لا يستجيب ، و نسمي ذلك **قانون الكل أو اللاشيء** ، ومنه فتوليد كمون عمل يتطلب وصول شدة التنبيه إلى العتبة .

2. من خلال الوثيقة (4) :

انتشار السيالة العصبية يعود إلى توزع القنوات المرتبطة بالفولطية على طول المحور الأسطواني عديم النخاعين .

•• **رسم تخطيطي يوضح دور البروتينات الغشائية لليف العصبي أثناء كمون العمل :**



رسم تخطيطي لدور البروتينات الغشائية خلال كمون العمل

3- كمون عمل الليف العصبي بعد المشبكي :

المرحلة (1) : (لاحظ الوثيقة (5) ص 144) :

1. المعلومة المستخرجة هي أنّ انتقال النبأ إلى الخلية بعد المشبكية نتج عن تنبيه الخلية قبل المشبكية .
2. عدم حدوث استجابة عند الكميات (ك1) وَ (ك2) وَ (ك3) من الأستيل كولين في المنطقة (م) أي الشق المشبكي و حدوث استجابة عند (ك4) من الأستيل كولين يدل على أنه لا يتولد كمون عمل إلا إذا سجل كمون متساوي أو أعلى من عتبة زوال الاستقطاب ، ويسجل هذا الكمون عند حقن كمية (ك4) من الأستيل كولين .
3. يؤدي التنبيه متزايد الشدة على مستوى الليف العصبي قبل المشبكي من الشكل (أ) إلى الحصول على نفس تسجيلات الشكل (جـ)

نستخلص : أنّ كمية الأستيل كولين المحررة تتوقف على شدة التنبيه و بالتالي الكمون المسجل يعود إلى كمية الأستيل كولين المحررة ، أي كلما زادت شدة التنبيه زادت كمية الأستيل كولين المحررة حتى تصل إلى العتبة .

الوثيقة (6) ص145 :

1. يمكن تفسير سعة التسجيلات الملاحظة في الشكل (جـ) من الوثيقة (5) بالاعتماد على الوثيقة (6) بأنه هناك علاقة تربط بين سعة الاستجابة و كمية الأستيل كولين المحررة و المثبتة على المستقبلات الغشائية و بالتالي عدد القنوات الكيميائية المفتوحة .
2. يؤدي حقن (ك4) من الأستيل كولين في المنطقة (م) إلى ظهور كمون عمل في (جـ2) وَ (جـ3) ، بينما حقن (ك3) من الأستيل كولين لا يؤدي إلى ظهور نفس النتائج لأن كمية الأستيل كولين هي المحددة لسعة الكمون المسجل و هذا الأخير لا ينتشر إلا إذا كان يساوي أو أعلى من العتبة .

المرحلة (2) : (لاحظ الوثيقة (7) ص145) :

تجربة (1) : الحصول على منحنى كمون عمل ناتج عن تنبيه فعّال للغشاء قبل المشبكي

تجربة (2) : الحصول على منحنيات كمون عمل بعد إحداث تنبيه فعّال للغشاء قبل المشبكي و حقن مادة Pilocarpine المثبطة لإنزيم الأستيل كولين إستراز في الشق المشبكي .

1. من خلال مقارنة نتائج التجربتين (1) وَ (2) نستنتج أنّ الأستيل كولين له تأثير مؤقت في الحالة العادية .
2. المعلومة المستخلصة: من مقارنة نتائج التجربتين (1) وَ (2) فيما يخص تأثير الأستيل كولين في الحالة الطبيعية هي وجود إنزيم يبطل مفعول الأستيل كولين بعد تولد كمون عمل في الخلية بعد المشبكية .
3. تفسير نتائج التسجيل (ج2) من الشكل (ب) من الوثيقة (5) ص144 :

يعود التسجيل في (ج2) لتثبيت المبلغ الكيميائي العصبي على مواقع التثبيت في الخلية بعد المشبكية فأدى ذلك إلى انفتاح القنوات ودخول شوارد الصوديوم لتوليد كمون عمل بعد مشبكي ، وسعة هذا الأخير تتوقف على كمية المبلغ المثبت أي عدد القنوات المفتوحة و منه كمية الشوارد المتدفقة بعد تولد كمون العمل في الخلية بعد المشبكية ، ثم تتم إماهة هذا المبلغ الكيميائي .

الاستنتاج :

- انفتاح القنوات المرتبطة بالفولطية بمعنى توليد كمون عمل يتطلب عتبة زوال الاستقطاب .
- يعود زوال استقطاب الغشاء بعد المشبكي على مستوى المشبك إلى انفتاح قنوات Na^+ المتعلقة بالكيمياء نتيجة تثبيت المبلغ الكيميائي العصبي (الأستيل كولين) على المستقبلات الخاصة به في الغشاء بعد المشبكي (مستقبلات قنوية) .

- تتوقف سعة زوال الاستقطاب للغشاء بعد المشبكي على القنوات على عدد القنوات المستقبلة المفتوحة خلال زمن معين
- يفقد المبلغ العصبي الأستيل كولين نشاطه و فعاليته نتيجة الإماهة الإنزيمية .
- يسمح انغلاق قنوات Na^{+} المرتبطة بالكيمياء بالعودة إلى كون الرّاحة .
- تؤدي الرسائل العصبية المشفرة في مستوى المشبك بتغيرات تواتر كمونات العمل إلى تغير في كمية المبلغ العصبي الذي يتسبب في توليد رسائل عصبية بعد مشبكية مشفرة بتواتر كمونات العمل

•• (لاحظ المخطط ص162) .

4- ترجمة الرسالة العصبية قبل المشبكية في مستوى الشق المشبكي:

أولا : العلاقة بين كمون العمل و تركيز شوارد الكالسيوم: (لاحظ الوثيقة (8) ص146) :

1. العلاقة بين كمونات عمل الخلية قبل المشبكية و تركيز الكالسيوم في هيولتها هي أنه كلما زادت تواترات كمون العمل قبل المشبكية زادت كمية الكالسيوم في الزر المشبكي .
2. يحتوي الغشاء قبل المشبكي على بروتينات تدعى بالقنوات Ca^{++} الفولطية ، ويفسر اختلاف تراكيز Ca^{++} في الخلية قبل المشبكية بالعلاقة بوصول كمون العمل إلى نهاية الزر المشبكي و انفتاح القنوات الفولطية لـ Ca^{++} ثم دخول هذه الأخيرة إلى الزر المشبكي .

ثانيًا : تأثير تواترات كمون عمل قبل مشبكي على تركيز المبلغ الكيميائي (الأستيل كولين):

(لاحظ الوثيقة (9) ص147) :

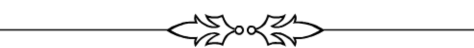
1. العلاقة بين التسجيل المحصل عليه في (أ) و الصورة المقابلة له هي أنه أثناء كمون الرّاحة لا يتم تحرير الأستيل كولين في الشق المشبكي .
2. من خلال التسجيلين (ب) وَ (ج) و الصور المقابلة لهما نستنتج أنّ العلاقة بين تواترات كمون العمل قبل المشبكية و كمية الأستيل كولين المفرزة هي علاقة طردية ، فكمية الأستيل كولين المفرزة في الشق المشبكي تتناسب طردًا مع تواترات كمون العم في الغشاء المشبكي (تناقص عدد الحويصلات نتيجة وصول عدد كبير من كمونات العمل إلى التفرع النهائي و ذلك عند التنبيه نتيجة تحرير المبلغ الكيميائي) .
3. بالاعتماد على النتائج المستخرجة من الوثيقتين (8) وَ (9) نصل إلى أنّ :

تواترات كمون العمل قبل المشبكي تؤدي إلى التحكم في شوارد Ca^{++} للزر المشبكي نتيجة عدد القنوات الفولطية للـCa^{++} المنفتحة مما يؤدي إلى تحرير كميات معينة من الأستيل كولين في الشق المشبكي .

4. تفسير الانتقال من نمط معين للشفرات إلى نمط آخر في مستوى المشابك هو أنّ الرسالة العصبية المشفرة في العصبون قبل المشبكي بتواترات كمونات العمل تشفر على مستوى الشق المشبكي بتركيز الأستيل كولين ، ثم تشفر على مستوى الغشاء بعد المشبكي بتواتر كمونات العمل مرة أخرى

الخلاصة:

- عند وصول رسائل عصبية مشفرة بتواتر كمونات عمل إلى المشبك الكيميائي يحرر المبلغ العصبي في الشق (الفراغ) المشبكي .
- يتسبب وصول كمون العمل على مستوى نهاية العصبون قبل المشبكي في انفتاح قنوات Ca^{++} المرتبطة بالفولطية .
- يتسبب دخول Ca^{++} في العنصر قبل المشبكي في تحرير المبلغ الكيميائي عن طريق الإطراح الخلوي
- وصول موجة زوال الاستقطاب إلى الزر المشبكي يؤدي إلى انفتاح قنوات Ca^{++} وبالتالي دخول هذه الشوارد إلى هيولى الزر المشبكي فيسبب هجرة الحويصلات المشبكية إلى الغشاء قبل المشبكي و تحرير المبلغ العصبي المحرر في الشق المشبكي بتواتر كمون العمل التي تصل إلى التفرع النهائي ، حيث يعمل المبلغ العصبي على توليد رسائل عصبية بعد مشبكية يتعلق تواترها بتركيز المبلغ الكيميائي



عن موقع www.fanit-mehdi.com

البريد الإلكتروني: info@fanit-mehdi.com

الهاتف : 0774 07 85 49